

# Best Available Copy

## SHOT PEENING METHOD

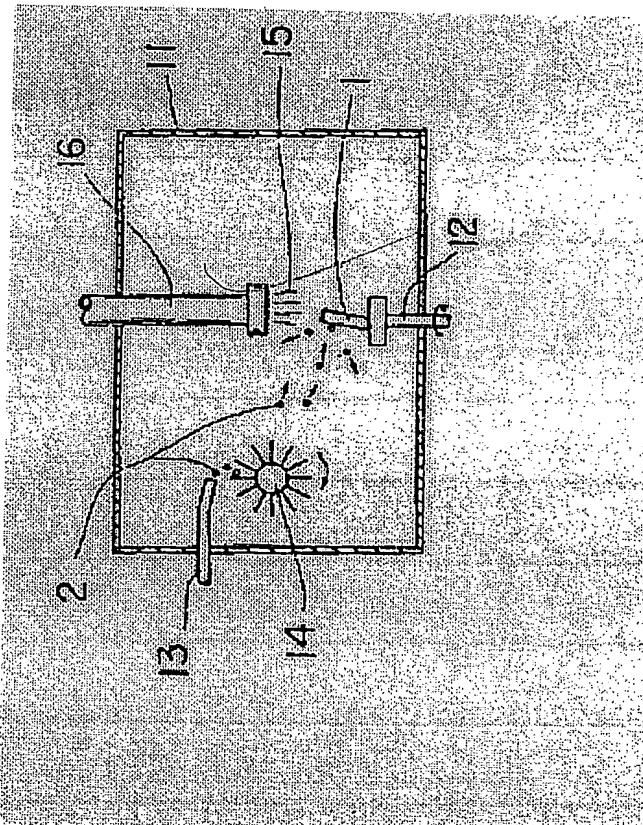
**Patent number:** JP1240615  
**Publication date:** 1989-09-26  
**Inventor:** NAKANISHI EIZABURO  
**Applicant:** NISSAN MOTOR CO LTD  
**Classification:**  
 - International: C21D7/06; C21D8/00  
 - European:  
**Application number:** JP19880064907 19880318  
**Priority number(s):**

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP1240615

**PURPOSE:** To sharply improve fatigue strength by executing shot peening while cooling a steel-made member containing residual austenite in the range of the specific temp. range to develop much residual compressive stress on the surface layer of the steel-made member.

**CONSTITUTION:** The member 1 of alloy steel, etc., containing the residual austenite, which martensitic transformation starting point (Ms point) of Cr steel, Cr/Mo steel, Ni-Cr-Mo steel, etc., is at the room temp. or less, is fitted on the rotating table 12 in the shot peening chamber 11. CO<sub>2</sub> gas 15 cooled at for example -50 deg.C, is supplied from cooling gas supplying tube 16 and while cooling the steel member 1 on the rotating table 12 in the temp. range from Ms point to room temp., the shot peening is executed to the surface of the steel member 1 with a high speed rotating body 14 by using the shot 2 composing of the small diameter steel ball, etc., sent from the supplying pipe 13, to develop the residual compressive stress to deep position from the surface of the steel member 1, and the fatigue strength is sharply improved.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Patent Abstracts of Japan

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑪ 公開特許公報 (A) 平1-240615

⑥Int. Cl.  
C 21 D 7/06  
8/00

識別記号 庁内整理番号  
A-7371-4K  
A-7371-4K

③公開 平成1年(1989)9月26日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

④発明の名称 ショットビーニング方法

②特 願 昭63-64907  
②出 願 昭63(1988)3月18日

⑦発明者 中西 栄三郎 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
内  
⑦出願人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
⑦代理人 弁理士 小塩 豊

明細書

1. 発明の名称

ショットビーニング方法

2. 特許請求の範囲

(1) マルテンサイト変態開始点が室温未満である残留オーステナイトを含む鋼製部材を前記残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始点以上室温未満の温度範囲に冷却しながら当該鋼製部材に対してショットビーニングを行うことを特徴とする鋼製部材のショットビーニング方法。

3. 発明の詳細な説明

【発明の目的】

(産業上の利用分野)

この発明は、歯車、シャフトなどの曲げ応力やねじり応力がくりかえし付加される機械構造物用鋼製部品および鋼製素材の疲労強度を向上させるのに利用される鋼製部材のショットビーニング方法に関するものである。

(従来の技術)

一般に、歯車やシャフトなどの機械構造物用部

品は、純粹な引張・圧縮応力を受ける場合よりも曲げ応力やねじり応力をくりかえし受ける場合のほうが多いので、応力負荷時には表面の応力が最も大きくなり、疲労強度を超えて使用される場合には、大部分のものが表面から疲労亀裂が入ることとなる。したがって、機械構造物用部材の表面状態は、疲労強度に大きな影響を及ぼす。

このような機械構造物用部材の疲労強度を向上させるために、材料そのものの機械的強度を高めるようになすことはもちろん必要であるが、表面層の性質を改善することによって疲労強度を向上させようすることも古くから行われている。

従来、このような表面層の性質を改善するための手法としては、高周波焼入れ、火炎焼入れ、換炭・窒化、ショットビーニング、表面圧延などが行われてきた。本発明は、これらのうちショットビーニングに係るものである(例えば『金属の疲労』昭和39年6月20日 社団法人日本材料学会編の第216頁～第218頁にショットビーニ

ングに関する記載がある)。

このショットビーニングによる表面改質方法を第1図により説明すれば、鋼製部材1は例えば歯車やシャフトなどであり、その表面に変形を与えるために、多数の衝突物体(ショット)2を鋼製部材1の表面に衝突させ、鋼製部材1の表面に塑性変形域3を形成させる。

この衝突物体2の素材としては、鋼、鉄などのさまざまなものが用いられ、形状についてもほぼ球形のものから方形のものまでさまざまなものが用いられる。

このように、ショットビーニングは、鋼製部材1の表面に多数の衝突物体2を衝突させ、鋼製部材1の表層部分を塑性変形させて塑性変形域3を形成して加工硬化させることによって、部材の疲労強度を向上させようとするものである。

ところで、残留オーステナイトを含む鋼製部材1に対してショットビーニングを行う場合、表層部分に付与される塑性変形によって、残留オーステナイトが歪(加工)誘起マルテンサイト変態を

この発明は、このような従来の課題にかんがみてなされたもので、ショットビーニング後により大きな残留圧縮応力を鋼製部材の表層からより深いところまで発生させることが可能であり、ショットビーニング後における疲労強度の向上代が大きいものとすることが可能であって、鋼製部材の疲労強度を著しく高めることができる鋼製部材のショットビーニング方法を提供することを目的としている。

#### 【発明の構成】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明に係るショットビーニング方法は、マルテンサイト変態開始点(M<sub>s</sub>点)が室温未満である残留オーステナイトを含む鋼製部材を前記残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始点(M<sub>s</sub>点)以上室温未満の温度範囲に冷却しながら当該鋼製部材に対してショットビーニングを行うようにした構成とすることより、この構成を上述した従来の課題を解決するための手段としたことを特徴としている。

引き起こすことにより発生する残留圧縮応力が疲労強度の向上に直接的に寄与することが知られている。

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のショットビーニング方法では、温度をコントロールすることなく、単に室温状態において、鋼製部材1の表面に、多数の衝突物体2を衝突させて塑性変形域3を形成させることにより加工硬化を生じさせるようになっていたため、残留オーステナイトを表層から深くまで、例えば表層から1mm程度の深さまで含んでいる鋼製部材1の場合であっても、ショットビーニング時に鋼製部材1の表層に付与される塑性変形域3によって残留オーステナイトが歪(加工)誘起マルテンサイトに変態しうる深さが極く表層部分に限られてしまう。それゆえ、残留圧縮応力が付与される深さが鋼製部材1の極く表層部分に限定され、疲労強度の向上代が小さいものとなってしまうという課題があった。

##### 【発明の目的】

この発明に係るショットビーニング方法において、マルテンサイト変態開始点(M<sub>s</sub>点)が室温未満である残留オーステナイトを含む鋼製部材としては、例えば、クロム鋼(例えば、SCr420鋼のM<sub>s</sub>点は-70°C)、クロム・モリブデン鋼(例えば、SCM420鋼のM<sub>s</sub>点は-60°C)、ニッケル・クロム・モリブデン鋼(例えば、SNCM220鋼のM<sub>s</sub>点は-45°C、SNCM420鋼のM<sub>s</sub>点は-70°C)などを素材としたものが用いられる。

また、このような鋼製部材をショットビーニング時に前記残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始点以上室温未満の温度範囲に冷却する手段は、とくに限定されないものであり、ノズルから冷却ガスを吹き付ける方式のものであったり、冷却庫方式のものであったりしてもよく、また、冷却状態で行うショットビーニングの手法についてもとくに限定されないものであり、衝突物体を回転体により付与したものであったり、ガス圧力により付与したものであったりしてもよ

い。

そして、ショットビーニング時における鋼製部材に対する冷却温度は、残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始点よりも低いと、サブマルテンサイトが生成して疲労強度を著しく低下させるので、残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始温度以上とする必要があり、また室温であると残留圧縮応力が付与される深さが鋼製部材の近く表層部分に限定されて疲労強度の向上代が小さくなるので、室温未満とする必要があり、このような理由から、ショットビーニング時の冷却温度は残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始点以上室温未満の温度範囲とした。

#### (作用)

一般に、残留オーステナイトのマルテンサイトへの変態駆動力は、残留オーステナイトを冷却すること、および残留オーステナイトに対し機械的な力を付加すること、により与えられる。

第4図は、残留オーステナイトのマルテンサイトへの変態駆動力を説明するものであって、第4

したがって、本発明の如く、マルテンサイト変態開始点が室温未満である残留オーステナイトを含む鋼製部材をショットビーニングするに際し、当該鋼製部材を前記残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始点以上室温未満の温度範囲に冷却しながらショットビーニングを行うようにすることによって、マルテンサイト変態を開始するのに必要なショットビーニングによる外部応力はより小さくてすむようになり、ショットビーニングによる残留オーステナイトの歪(加工)誘起マルテンサイト変態がさらに促進されることとなるので、冷却下でのショットビーニングによってより深くまでマルテンサイト変態させることができるようになる。それゆえ、鋼製部材の表層部分にはより大きな残留圧縮応力がより深くまで発生したものとなっており、当該鋼製部材の疲労強度はさらに向上したものとなっている。なお、厚純や塑性変形時には発熱を伴うことがあるが、Md点以上の温度においては、残留オーステナイトは外部応力によってもマルテンサイトに変態しな

い。

図の縦軸にマルテンサイト変態を開始するのに必要な外部応力をとり、横軸に温度をとったものであり、横軸中のMs点は残留オーステナイトの変態開始点(開始温度)、Md点はこれ以上ではマルテンサイトが存在しない限界の最高温度を示している。

そこで、鋼製部材中に含まれる残留オーステナイトは、当該部材をMs点以下に冷却すれば自発的にマルテンサイト変態を生ずるが、Ms点よりも高い温度T1において残留オーステナイトがマルテンサイト変態するためには、 $\sigma_1$ の外部応力が付加されることが必要であり、温度T2(ただし、 $T_1 > T_2$ )において残留オーステナイトがマルテンサイト変態するためには $\sigma_2$ (ただし、 $\sigma_1 > \sigma_2$ )の外部応力が付加されることが必要である。すなわち、鋼製部材を冷却して温度を $T_1$ から $T_2$ へと低下させることによって、残留オーステナイトを歪(加工)誘起マルテンサイト変態させるのに必要な外部応力は $\sigma_1$ から $\sigma_2$ へと軽減される。

い。

#### (実施例)

第1図は冷却下でショットビーニングを行う要領を示しており、ショットビーニング室11の内部は冷却のため気密性が保持されたものとなっている。

このショットビーニング室11の下部には、鋼製部材1を載置するための回転台12が設けてあり、ショットビーニング対象部品である鋼製部材1を回転させうるようにしてある。

また、ショットビーニング室11の側壁には、衝突物体(ショット)2をショットビーニング室11内に送り込むための衝突物体供給管13が設けてあり、さらにはこの衝突物体供給管13から送り込まれた衝突物体2を勢いよく飛ばして前記鋼製部材1に対して衝突させるようにするための回転体14が設置してある。さらに、ショットビーニング室11の上部には当該ショットビーニング室11の内部に設置した鋼製部材11を冷却するための冷却ガス15を送り込む冷却ガス送給

管16が取り付けてある。

この実施例において、鋼製部材1はニッケル・クロム・モリブデン鋼(SNCM420鋼)を素材としたものであり、後炭化処理を施した回転曲げ試験片形状をなすものである。この後炭化処理を施した鋼製部材1の表面から深さ方向における残留オーステナイト量の分布状態を調べたところ、第3図に示すようなものとなっていた。そして、この残留オーステナイトのMs点は-70°Cであり、Md点は80°Cであった。

また、ショットビーニング室11内に送り込まれて前記鋼製部材1に衝突する衝突物体2としては、直徑0.6mmの鋼球を用いた。そして、回転体14によって勢いよく飛ばされたあと鋼製部材1に衝突する衝突物体2の投射速度は40m/secとなるようにした。

さらに、冷却ガス15としてはCO<sub>2</sub>ガスを用い、-50°Cに冷却したCO<sub>2</sub>ガスを用いるようにした。

さらにまた、回転台12による鋼製部材1の回

の室温でのショットビーニングの場合(鋼製部材のショットビーニング時温度が室温である以外は上記実施例の条件を同じ)に比べても、残留オーステナイト量をさらに少なくできるとともに、残留オーステナイトが歪(加工)誘起マルテンサイトに変態しうる深さがさらに大きなものとなっていることが認められた。

次に、各鋼製部材(回転曲げ試験片)1の深さ方向における残留応力分布を調べたところ、第6図に示す結果であった。

第6図に示すように、線Ⅰで示す-50°Cでショットビーニングを行ったものでは、線Ⅱで示すショットビーニングを行わなかつたものと比較してもちろんのこと、線Ⅱで示す従来の室温でショットビーニングを行ったものに比べて、かなり大きな残留圧縮応力が付与されていることが明らかであり、残留圧縮応力が付与される深さもより大きなものとなっていることが明らかである。

次いで、各鋼製部材(回転曲げ試験片)1を供

給速度は10mmとなるようにし、ショットビーニング時における衝突物体2の投射時間は3分とした。

以上の条件により、残留オーステナイトのMs点が-70°Cである後炭化処理した鋼製部材(回転曲げ試験片)1をCO<sub>2</sub>ガスにより-50°Cに冷却しながら、回転体14により勢いよく飛ばされた直徑0.6mmの衝突物体(ショット)2を40m/secの投射速度で3分間投射してショットビーニングを行い、ショットビーニング後の残留オーステナイト量を調べたところ、第5図の線Ⅰで示すような深さ方向の分布を有していた。

第5図の線Ⅰで示すように、同図の線Ⅱで示すショットビーニング前の残留オーステナイト量(第3図と同じ)に比べて、残留オーステナイト量が著しく少なくなつておらず、ショットビーニングによって残留オーステナイトのほとんどが歪(加工)誘起マルテンサイトに変態していることが認められた。そして、第5図の線Ⅱで示す従来

試材とし、さらには-196°Cでのサブゼロ処理を施しあつショットビーニングを行わなかつた回転曲げ試験片をも供試材として、回転曲げ疲労試験を行つたところ、第7図に示す結果であった。

第7図に示すように、線Ⅰで示す-50°Cでショットビーニングを行つたものでは、線Ⅱで示すショットビーニングを行わなかつたものと比較してもちろんのこと、線Ⅱで示す従来の室温でショットビーニングを行つたものに比べて、疲労強度がかなり高いものとなっていることが明らかである。また、鋼製部材1の残留オーステナイトのMs点は-70°Cであったが、これをMs点以下の-196°Cにサブゼロ処理したもの疲労強度は、第7図の線Ⅲで示すように著しく低いものであった。

このように、残留オーステナイトのMs点が室温未満である残留オーステナイトを含む鋼製部材1を前記残留オーステナイトのMs点以上室温未満の温度範囲に冷却しながら当該鋼製部材1に対

してショットビーニングを行うようにすることによって、鋼製部材1の疲労強度を著しく向上させることができる。この場合、ショットビーニング時における鋼製部材1の冷却温度を残留オーステナイトのMs点より低くしたときには、サブゼロマルテンサイトが生成し、疲労強度を著しく低下させることから、ショットビーニング時における鋼製部材1の冷却温度は、残留オーステナイトのMs点以上室温未溝の間とする必要があることがわかった。

#### 【発明の効果】

以上説明してきたように、この発明に係るショットビーニング方法は、マルテンサイト変態開始点が室温未溝である残留オーステナイトを含む鋼製部材を前記残留オーステナイトのマルテンサイト変態開始点以上室温未溝の温度範囲に冷却しながら当該鋼製部材に対してショットビーニングを行うようにしたものであるから、残留オーステナイトの歪(加工)誘起マルテンサイト変態が促進され、ショットビーニング後の残留オーステ

の鋼製部材の深さ方向における残留オーステナイト量を調べた結果を示したグラフ、第4図は残留オーステナイトのマルテンサイト駆動力を温度と応力との関係で示したグラフ、第5図は回転曲げ試験片形状の鋼製部材に対するショットビーニングの有無による深さ方向の残留オーステナイト分布を示すグラフ、第6図は回転曲げ試験片形状の鋼製部材に対するショットビーニングの有無による深さ方向の残留応力分布を調べた結果を示すグラフ、第7図は回転曲げ試験片形状の鋼製部材のショットビーニングの有無による疲労試験結果を示すグラフである。

- 1 … 鋼製部材。
- 2 … 街突物体。
- 3 … 塑性変形域。

特許出願人 日産自動車株式会社

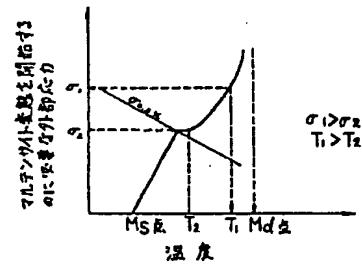
代理人井理士 小 塩 留

ナイト量を著しく少ないものにすることができる。ショットビーニング後により大きな残留圧縮応力を付与することができると共に、その残留圧縮応力を表面からより深いところまで発生させることができるのであるため、鋼製部材の疲労強度を著しく高いものにすることができ、かつまた、鋼製部材を冷却しながらショットビーニングを行うようにしていることから、発熱によるオーバービーニングのおそれも少なくなるという著しく優れた効果が得られ、ねじり応力や曲げ応力をくりかえし受けやすい歯車やシャフト等の鋼製部材の耐疲労特性を著しく優れたものにすることが可能であるという著大なる効果がもたらされる。

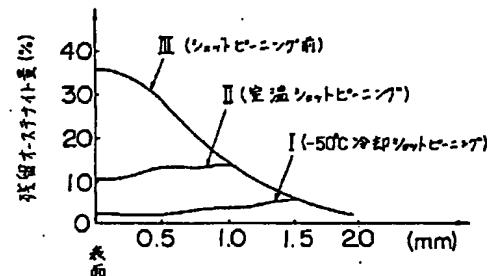
#### 4. 図面の簡単な説明

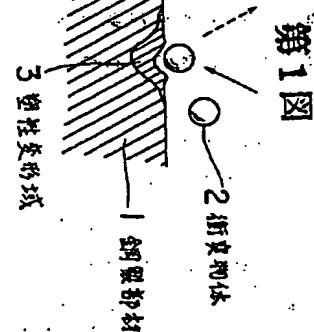
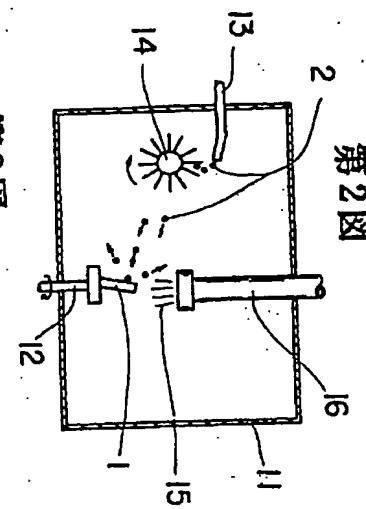
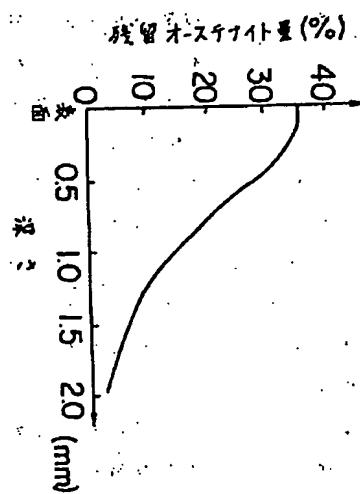
第1図はショットビーニング時において街突物体が鋼製部材に衝突して当該鋼製部材に変形を与えているようすを示す模式的説明図、第2図は鋼製部材を冷却しながらショットビーニングを行なう装置の概略断面図、第3図は本発明の実施例で用いた板巻空化処理を施した回転曲げ試験片形状

第4図

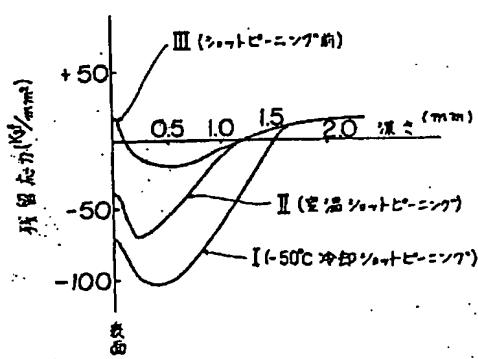


第5図

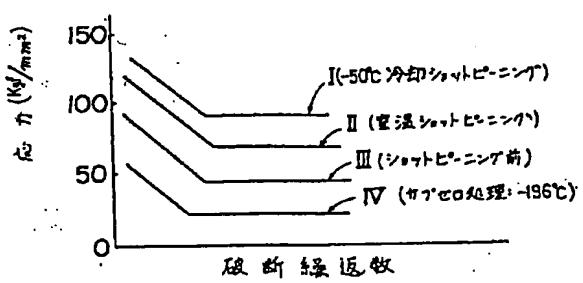




第6図



第7図



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
**As rescanning documents *will not* correct images**  
**problems checked, please do not report the**  
**problems to the IFW Image Problem Mailbox**